



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ОПИСАНИЕ ИЗОБРЕТЕНИЯ К ПАТЕНТУ

(21), (22) Заявка: **2006107857/02**, **13.03.2006**

(24) Дата начала отсчета срока действия патента:
13.03.2006

(45) Опубликовано: **27.08.2007** Бюл. № **24**

(56) Список документов, цитированных в отчете о
поиске: **RU 2171312 C1**, **27.07.2001**. **RU 2009005**
C1, **15.03.1994**. **RU 94012513 A1**, **27.02.1996**.
US 6402861 A1, **11.06.2002**. **US 5725695 A1**,
10.03.1998.

Адрес для переписки:

620002, г.Екатеринбург, ул. Мира, **19**, Центр
интеллектуальной собственности

(72) Автор(ы):

Баранов Михаил Владимирович (RU),
Логинов Юрий Николаевич (RU),
Бажин Владимир Юрьевич (RU),
Мысик Раиса Константиновна (RU)

(73) Патентообладатель(и):

Государственное образовательное учреждение
высшего профессионального образования
"Уральский государственный технический
университет-УПИ" (RU)

(54) СПОСОБ ИЗГОТОВЛЕНИЯ ФОЛЬГОВОЙ ЗАГОТОВКИ ИЗ СПЛАВА АЛЮМИНИЙ-ЖЕЛЕЗО-КРЕМНИЙ

(57) Реферат:

Изобретение относится к области металлургии,
а именно к технологии производства из расплава
листовых заготовок и получения из них рулонной
фольги. Отливку полосовой заготовки в валках-
кристаллизаторах осуществляют путем подачи
расплава при температуре **670-680°C** и

температуре валков-кристаллизаторов **20-30°C** и
ее обжатием величиной **50-55%**. Изобретение
позволяет повысить механические характеристики
фольговой заготовки, а также исключить
образование фестонов на изготавливаемых
образцах.



FEDERAL SERVICE
FOR INTELLECTUAL PROPERTY,
PATENTS AND TRADEMARKS

(19) **RU** ⁽¹¹⁾ **2 305 022** ⁽¹³⁾ **C1**

(51) Int. Cl.

B22D 21/04 (2006.01)

B22D 11/06 (2006.01)

B21B 1/40 (2006.01)

(12) **ABSTRACT OF INVENTION**

(21), (22) Application: **2006107857/02, 13.03.2006**

(24) Effective date for property rights: **13.03.2006**

(45) Date of publication: **27.08.2007 Bull. 24**

Mail address:

**620002, g.Ekaterinburg, ul. Mira, 19, Tsentr
intellektual'noj sobstvennosti**

(72) Inventor(s):

**Baranov Mikhail Vladimirovich (RU),
Loginov Jurij Nikolaevich (RU),
Bazhin Vladimir Jur'evich (RU),
Mysik Raisa Konstantinovna (RU)**

(73) Proprietor(s):

**Gosudarstvennoe obrazovatel'noe uchrezhdenie
vysshego professional'nogo obrazovanija
"Ural'skij gosudarstvennyj tekhnicheskij
universitet-UPI" (RU)**

(54) **METHOD FOR PRODUCING FOIL BLANK OF ALUMINUM-IRON-SILICON ALLOY**

(57) Abstract:

FIELD: metallurgy, namely processes of producing sheet blanks of melt for making coiled foil.

SUBSTANCE: method comprises steps of casting strip blank in rolls-crystallizers by feeding melt at temperature 670 - 680°C, at temperature of

rolls-crystallizers 20 - 30°C and at reduction value 50 - 55%.

EFFECT: enhanced mechanical characteristics of foil blank, elimination of festoons formation on samples.

2 ex

RU 2 305 022 C1

RU 2 305 022 C1

Изобретение относится к области металлургии, а именно к технике и технологии производства из расплава листовых заготовок и получения затем из них рулонной фольги.

Фольга под глубокую вытяжку используется в пищевой промышленности, медицине, электронике и других отраслях народного хозяйства.

5 Известен способ изготовления фольговых полуфабрикатов из алюминия по заявке РФ №94012513/02 [1], который включает в себя обработку расплава при температурах 695-715°C, литье заготовки на литейно-прокатном агрегате со скоростью охлаждения расплава 10-40°/с и дальнейшую холодную прокатку и отжиг при заданных температурах.

10 Недостатком известного технического решения является то, что оно применимо, как следует из названия, для изготовления фольговых полуфабрикатов из технического алюминия, а не из сплавов алюминия. Сплавы алюминия обладают менее высокими пластическими свойствами, поэтому процессы литья и обработки давлением требуют задания специальных параметров обработки.

15 Фирмой REYNOLDS METALS CO получен патент США №5503689 [2] на способ производства листовой продукции из алюминиевого сплава, включающий литье полосовой заготовки на литейно-прокатном агрегате и последующую холодную прокатку этой заготовки на размер 38 мкм без промежуточного отжига. Отсутствие необходимости проведения отжига авторы объясняют улучшенным химическим составом сплава типа 3003 по стандарту ASTM (0,3-1,1 Si, 0,4-1,0 Fe, 0,009-0,25 Cu с добавками марганца и 20 титана, остальное - Al). Недостатком способа является необходимость применения сплава, содержащего медь, которая, как известно, снижает коррозионную стойкость материала. Также недостатком этого аналога является отсутствие сведений о режимах литья-деформации.

25 Фирмой ALCAN RES & DEV получен патент США №4126487 [3] на способ производства улучшенных продуктов из сплавов Al-Fe и Al-Fe-Si. Способ разработан применительно к производству изделий из сплава алюминия, содержащего 1,1-2,5% железа и до 2% кремния. Способ включает литье заготовки толщиной менее 25 мм при условии образования интерметаллических частиц в форме игл диаметром 0,05-0,5 мкм, последующую холодную прокатку при обжати по крайней мере 60% для разрушения игл и 30 их диспергирование по объему. Завершает технологический цикл отжиг в интервале температур 250-400°C, что обеспечивает высокие прочностные и пластические свойства.

Получение заданного фазового состава достигается, в частности, заданной скоростью охлаждения при литье. Задана скорость перемещения фронта кристаллизации по крайней мере 25 см/мин. Предложено достигать эту скорость литьем в двухвалковый 35 кристаллизатор конструкции фирмы Hunter Company of Riverside при получении полосы толщиной 5-7,5 мм. При этом рекомендовано в объеме литой заготовки обеспечивать содержание интерметаллидов до 5% (по объему), предпочтительно 2,5%.

40 Фирмой REYNOLDS METALS CO получен патент США №5725695 [4] на способ производства фольги из алюминиевого сплава. Способ направлен на получение фольги из сплавов системы алюминий-железо-кремний и включает литье полосовой заготовки на литейно-прокатном агрегате толщиной 6,1 мм, последующую холодную прокатку этой заготовки на размер 0,25 мм, промежуточный отжиг, чистовую прокатку на размер 12,7 мкм и окончательный отжиг. Технологический процесс разработан применительно к сплаву 45 8111 по стандарту ASTM (0,3-1,1 Si, 0,4-1,0 Fe, остальное - Al). В описании к патенту отмечается, что главной проблемой производства фольги из указанного сплава является получение мелкого зерна в окончательном рекристаллизованном продукте. Эта проблема решена подбором режимов отжигов. Недостатком этого аналога является отсутствие сведений о режимах литья-деформации.

50 Фирмой ALCAN INTERNATIONAL LIMITED получен патент США №6402861 [5] на способ производства фольги из алюминиевых сплавов. Способ направлен на получение фольги из сплавов системы алюминий-железо-кремний и включает литье полосовой заготовки толщиной 10-50 мм, предпочтительно 10-15 мм, на литейно-прокатном агрегате и последующую прокатку этой заготовки до требуемой толщины. Предметом изучения в этом

способе является получение необходимого фазового состава, что достигается регулированием химического состава сплава и режимов термической обработки фольговой заготовки. В способе не описаны температурно-деформационные режимы литья и горячей прокатки в литейно-прокатном агрегате. Недостатком этого аналога является отсутствие

5 сведений о режимах литья-деформации.

Из уровня техники известен также способ изготовления фольги из алюминиевых сплавов для последующей штамповки, на способ выдан патент РФ №2181388 [6].

Способ включает получение литой полосы путем кристаллизации расплава алюминиевого сплава между водоохлаждаемыми валками, нагрев, выдержку, охлаждение и

10 последующую холодную прокатку до заданной толщины с промежуточным и окончательным отжигами. Его отличие заключается в том, что получение литой полосы осуществляют из расплава алюминиевого сплава системы алюминий-железо-кремний с регламентированным содержанием железа и кремния в пределах допустимого интервала содержания в сплаве, в соотношении $Fe/Si=2,5-7,5$. Нагрев литой полосы осуществляют до

15 $525-580^{\circ}C$, выдержку осуществляют в течение 8-15 ч, промежуточный отжиг проводят после холодной прокатки с суммарной вытяжкой 7-16 при температуре $520-550^{\circ}C$ в течение 3-6 ч, а окончательный отжиг осуществляют в нейтральной атмосфере при температуре $200-400^{\circ}C$ с выдержкой при этой температуре 2-8 ч.

При соотношении железа к кремнию $Fe/Si=2,5-7,5$ в литом сплаве формируется

20 мелкозернистая структура с равномерным распределением дисперсных интерметаллических частиц алюминий-железо-кремний, обеспечивающих в деформированном металле высокое сочетание прочности при максимальном значении пластических характеристик.

При соотношении железа к кремнию менее 2,5 в структуре сплава наблюдается

25 избыточное количество кремниевой фазы грубых размеров, что приводит к снижению прочностных характеристик материала и образованию повышенной пористости фольги тонких размеров. При соотношении железа к кремнию более 7,5 избыточное количество железа способствует образованию игольчатых интерметаллидных соединений в сплаве, приводя к его упрочнению и снижению пластических характеристик.

30 Полученный расплав перемешивают и разогревают до температуры, обеспечивающей возможность подачи его в водоохлаждаемые валки-кристаллизаторы. Температура расплава не должна превышать $790^{\circ}C$, в противном случае наблюдается интенсивное насыщение расплава газами, приводящее к снижению качества металла.

Расплав сплава подается в водоохлаждаемые валки, в которых происходит

35 формирование литой заготовки толщиной 5...8 мм. Полученная литая заготовка сворачивается в рулон и направляется в нагревательную печь для отжига.

В данном способе не уточнен температурный диапазон расплава, подаваемого в валки-кристаллизаторы. Если все же учесть верхнюю границу температурного интервала, заявленную в известном способе, то для малолегированных сплавов алюминия этот

40 диапазон окажется очень широким: $660...790^{\circ}C$. Полученный расплав перемешивают и разогревают до температуры, обеспечивающей возможность подачи его в водоохлаждаемые валки-кристаллизаторы. Как отмечается в описании к способу, верхняя граница температурного интервала установлена на значении $790^{\circ}C$, в противном случае

45 наблюдается интенсивное насыщение расплава газами, приводящее к снижению качества металла.

Авторы настоящего изобретения считают, что объявленная в известном способе повышенная температура расплава приводит к образованию иглообразных интерметаллидных фаз Al_3Fe и Al_6Fe . Интерметаллиды неравномерно распределяются по

50 объему и могут образовывать локальные скопления ультрамелких частиц (0,5 мкм). Подобное распределение и морфология интерметаллидных частиц вызывают неоднородность механических свойств, что приводит в дальнейшем к образованию фестонов при глубокой вытяжке и штамповке. Крупные иглообразные фазы Al_3Fe и Al_6Fe величиной 5...7 мкм представляют собой локальные точечные дефекты, величина которых

соизмерима с толщиной фольги, и при прокатке фольги на тонкий размер вызывают повышенную обрывность, что приводит к снижению выхода годного.

Как отмечается в материалах описания к упомянутому патенту, даже при отжиге (правда, длительном) при температурах выше 550°C происходит интенсивный рост интерметаллических соединений с неизбежным падением пластических характеристик фольгового материала.

Поэтому недостатком известного способа является опасность неконтролируемого роста размера и количества частиц интерметаллической фазы, что обусловлено слишком высокой температурой расплава. Кроме того, известный способ не предусматривает контролируемого уровня величины обжатия закристаллизованного металла, что не позволяет установить степень проработки его структуры.

Известен также способ изготовления листов и лент из алюминиевых сплавов по патенту РФ №2171312 [7], выбранный в качестве прототипа.

Этот способ предназначен для изготовления листов и лент из алюминиевых сплавов, преимущественно фольговой заготовки, для последующей прокатки фольги. Он включает приготовление расплава, отливку полосовой заготовки и ее обжатие в валках-кристаллизаторах, термическую обработку, последующую холодную прокатку в несколько проходов до заданной толщины и отжиг. Отличие способа от аналогов его авторы видят в том, что перед отливкой сплава осуществляют приготовление расплава и нагрев его до температуры не выше 790°C. Отливку сплава в виде полосовой заготовки осуществляют путем подачи расплава при 685-730°C в валки-кристаллизаторы с температурой поверхности валков-кристаллизаторов 45-60°C. В валках осуществляют пластическую деформацию металла в процессе кристаллизации со степенью 25-45% до достижения толщины формуемой полосовой заготовки 0,0052-0,01 от минимальной величины диаметра валков-кристаллизаторов. Затем полученную полосовую заготовку подсушивают до 140-220°C и охлаждают до комнатной температуры со скоростью 2-6°/ч. Последующую холодную прокатку до заданного размера проводят в несколько проходов с относительной степенью деформации в каждом проходе 39-58% и величиной удельных передних и задних натяжений 4-25 МПа. При этом скорость деформации в каждом последующем проходе увеличивается по сравнению с предыдущим в 1,45-2,8 раза. Отжиг холоднокатанной ленты осуществляют в атмосфере азота при температуре металла 390-500°C с изометрической выдержкой в течение 5-7 ч. При этом нагрев до температуры изотермической выдержки осуществляют со скоростью 25-50°/ч.

Охлаждение с температуры изотермической выдержки осуществляют ступенчато, сначала с печью до 260-340°C, а затем до комнатной температуры на воздухе.

В объекте по известному способу показано, что при обработке полуфабрикатов из алюминиевого сплава 8111 удалось достигнуть значений временного сопротивления 102...105 МПа при удовлетворительном выходе годной продукции.

Алюминиевый сплав 8111 по стандарту ASTM содержит следующие компоненты: железо 0,4-1,0; кремний 0,3-1,1; алюминий - остальное; медь, марганец, магний, цинк, титан присутствуют на правах примесей, прочие примеси не должны превышать в сумме 0,15%. Таким образом, этот материал относится к группе сплавов системы алюминий-железо-кремний.

Недостатки известного способа заключаются в следующем.

Отливка сплава в виде полосовой заготовки путем подачи расплава при 685-730°C в валки-кристаллизаторы приводит к чрезмерному росту интерметаллидов, что не позволяет получить высокие механические свойства фольговой заготовки. Температура поверхности валков-кристаллизаторов 45-60°C является слишком высокой, она не позволяет обеспечить эффективный теплоотвод от охлаждаемого металла. Пластическая деформация металла в процессе кристаллизации со степенью 25-45% является недостаточной для измельчения интерметаллидов, что не позволяет получить высокие механические характеристики фольговой заготовки.

Техническая задача предлагаемого изобретения заключается в повышении механических характеристик фольговой заготовки.

Задача решается тем, что предлагаемый способ включает приготовление расплава, отливку полосовой заготовки в валках-кристаллизаторах с сопровождающейся в них

5 пластической деформацией с контролируемой величиной обжатия. Отличие его от прототипа заключается в том, что отливку полосовой заготовки в валках-кристаллизаторах осуществляют путем подачи на них расплава при температуре 670-680°C, при температуре валков-кристаллизаторов 20-30°C и с величиной обжатия при пластической деформации 50-55%.

10 Нижняя граница температурного интервала 670°C обусловлена тем, что она выше на 10°C температуры плавления алюминия, что при существующей точности измерения температуры в производственных условиях позволяет не допустить образования в большом количестве твердой фазы алюминия в расплаве. Верхняя граница в 680°C

15 позволяет поддерживать состояние расплава вблизи нижней границы с указанной точностью 10°C. Снижение температуры литья достигается за счет дополнительной теплоизоляции переливочных устройств и установки литниковой системы закрытого типа. Расплав подается в зазор валков-кристаллизаторов в состоянии жидкотвердой фазы за счет приложения металлостатического давления. В целом относительно прототипа температурный диапазон сдвинут в сторону минимально возможных температур для

20 исключения опасности неконтролируемого роста интерметаллических частиц.

Нижняя граница температурного диапазона валков кристаллизаторов 20°C назначена с учетом того, что эта температура считается комнатной, т.е. ее изменение в большую или меньшую сторону требует специальных энергозатрат, например, на охлаждение, даже в

25 отсутствие на поверхности валков металла. Верхняя граница температурного диапазона валков кристаллизаторов 30°C назначена с учетом того, что эта температура реально может быть достигнута с применением средств охлаждения поверхности валков-кристаллизаторов. В целом относительно прототипа температурный диапазон сдвинут в сторону минимально возможных температур для создания граничных условий,

30 способствующих максимально быстрому отводу тепла от охлаждаемого металла.

Увеличение величины обжатия при пластической деформации в валках-кристаллизаторах до 50-55% по сравнению с прототипом позволяет создать условия для измельчения интерметаллических частиц на стадии литья - горячей прокатки. Решение этой задачи в способе-прототипе было перенесено в область холодной прокатки.

35 Повышенных обжатий удастся достигнуть за счет изменения параметров распределительной литниковой насадки с одновременным изменением величины активной зоны.

Пример 1. Как указано в описании к патенту-прототипу, для получения фольговой заготовки из сплава 8111 готовили расплав алюминия в плавильной печи. В качестве

40 исходного сырья использовали жидкий алюминий марки А5, чушки алюминия марки А5 и отходы гладкой фольги из сплава 8111. После расплавления шихты расплав расшихтовывали до заданного химического состава и подавали в валки-кристаллизаторы при температуре 692°C. Температуру поверхности валков-кристаллизаторов поддерживали на уровне 52°C. В процессе кристаллизации сплава осуществлялась пластическая

45 деформация металла со степенью 33% до достижения толщины полосовой заготовки 8,0 мм. Полученную полосовую заготовку подстуживали до 155°C, сворачивали в рулон при этой температуре, после чего охлаждали до комнатной температуры. После последующей термомеханической обработки получили ленту толщиной 0,57 мм с значением временного сопротивления 102...105 МПа.

50 Пример 2. Приготавливали расплав сплава системы алюминий-железо-кремний следующего химического состава: 1% Fe; 0,15 Si; алюминий и примеси - остальное, что соответствовало требованиям стандарта ASTM к сплаву марки 8079 (0,7-1,3% Fe, 0,05-0,3% Si, Al и примеси - остальное). Производили отливку полосовой заготовки в валках-

кристаллизаторах, сопровождающуюся в них пластической деформацией с контролируемой величиной обжатия. Отливку полосовой заготовки в валках-кристаллизаторах осуществляли путем подачи на них расплава при температуре 675°C, при температуре валков-кристаллизаторов 250°C и с величиной обжатия при пластической деформации 52%. Из каждой плавки совмещенным методом литья и прокатки на агрегатах с валковыми кристаллизаторами была отлиты рулонные заготовки массой 6...8 т. Все рулоны проходили входной контроль на наличие трещин и поверхностных дефектов. После отливки рулоны прокатывались на стане холодной прокатки Кварто 330 от толщины 7,6 мм до толщины 0,5 мм за 10 проходов по стандартной технологической схеме. Далее после рекристаллизационного отжига (6 часов при температуре 530°C) производилась прокатка до конечной толщины. До требуемого значения толщины фольга прокатывалась на отделочном стане. После резки фольговой заготовки в заданные размеры рулоны подвергались окончательному отжигу при температуре 375°C.

Полученная лента при толщине 0,23 мм, ширине 980 мм в отожженном (мягком) состоянии обладала временным сопротивлением 125 МПа. При испытании образцов в различных направлениях наблюдается минимальная анизотропия механических свойств. Из полученной фольги штамповкой и глубокой вытяжкой изготавливали образцы для определения образования фестонов. Образцы, полученные в условиях заявляемого способа, имеют минимальные фестонобразования.

Технический результат от применения изобретения заключается в повышении механических характеристик получаемого продукта, например в увеличении временного сопротивления на $(125-105)/105 \cdot 100 = 19\%$.

Список литературы

1. Заявка РФ №94012513/02. Способ изготовления фольговых полуфабрикатов из алюминия. АО "Фольгопрокатный завод". А.И.Зенцов, В.С.Кузнецов, Ю.Ф.Кукушкин и др. МПК C22F 1/04, опублик. 27.02.96.

2. Патент США №5503689. Aluminum alloy sheet composition and products. REYNOLDS METALS CO. Inv. WARD BENNIE R; BOYD STANLEY M; MARTIN JAMES P. IPC B21B 3/00; C22C 21/00; C22C 21/02. Pub 19.10.95.

3. Патент США №4126487. Producing improved metal alloy products (Al-Fe alloy and Al-Fe-Si alloy). ALCAN RES&DEV. MORRIS LARRY R; THOMSON JOHN D. IPC C22C 1/02; C30B 21/02; C22C 1/02; C30B 21/00. Publ. 21.11.78.

4. Патент США №5725695. Method of making aluminum alloy foil and product therefrom. REYNOLDS METALS CO. WARD BENNIE; HUGHES RICHARD; MARTIN JAMES. IPC C22C 21/00; C22C 21/02; C22F 1/04; C22F 1/043; C22C 21/00; C22C 21/02; C22F 1/04; C22F 1/043. Publ. 10.03.98.

5. Патент США №6402861. Process for producing base foils of aluminum alloys. ALCAN INTERNATIONAL LIMITED / Masahiko Katano etc. IPC C22CF 1/04. Publ. 11.06.02.

6. Патент РФ №2181388. Способ изготовления фольги из алюминиевых сплавов для последующей штамповки. ООО Торговый Дом "Русская фольга". Зенцов А.И.; Брунилин А.И.; Зальцман А.А.; Суровцев А.В.; Свобода Т.Н.; Кузнецов Ю.Г. МПК 7 C22F 1/04. Оpubл. 2002.04.20.

7. Патент РФ №2171312. Способ изготовления листов и лент из алюминиевых сплавов. ОАО "Объединенная компания "Сибирский алюминий". Брунилин А.И.; Зенцов А.И.; Зальцман А.А.; Гергерт А.П.; Свобода Т.Н.; Злобин В.А.; Павлухин С. В. МПК 7 C22F 1/04. Оpubл. 27.07.01.

Формула изобретения

Способ изготовления фольговой заготовки из сплава алюминий-железо-кремний, включающий приготовление расплава, отливку полосовой заготовки и ее обжатие в валках-кристаллизаторах, отличающийся тем, что отливку полосовой заготовки осуществляют путем подачи расплава при температуре 670-680°C на валки-кристаллизаторы с температурой 20-30°C и ее обжатием с величиной 50-55%.



ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ИНТЕЛЛЕКТУАЛЬНОЙ СОБСТВЕННОСТИ,
ПАТЕНТАМ И ТОВАРНЫМ ЗНАКАМ

(12) ИЗВЕЩЕНИЯ К ПАТЕНТУ НА ИЗОБРЕТЕНИЕ

ММ4А - Досрочное прекращение действия патента СССР или патента Российской Федерации на изобретение из-за неуплаты в установленный срок пошлины за поддержание патента в силе

(21) Регистрационный номер заявки: **2006107857**

Дата прекращения действия патента: **14.03.2008**

Извещение опубликовано: **20.11.2009** БИ: **32/2009**
